

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-218739

(43)Date of publication of application : 31.07.2003

H04B 1/707
H04B 7/26

(21)Application number : 2001-287422 (71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 20.09.2001 (72)Inventor : BOLOORIAN MAJID

(30)Priority

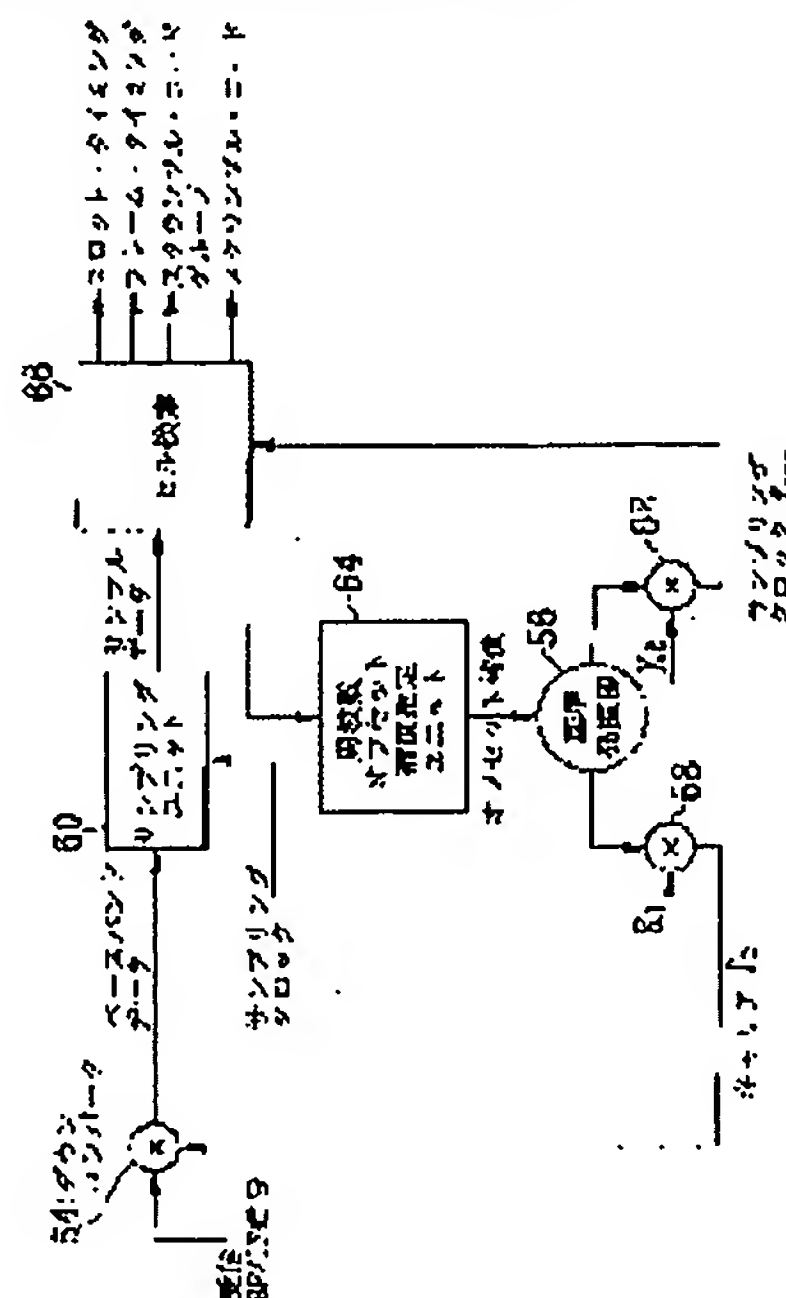
Priority number : 2000 200023116 Priority date : 20.09.2000 Priority country : GB

(54) METHOD AND APPARATUS FOR TIMING CAPTURE-OFFSET CORRECTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and apparatus for timing capture-offset correction whereby, while retrieving an initial cell, its frequency offset is corrected.

SOLUTION: Sampling data are fed from a sampling unit 60 to a frequency– offset compensating and estimating unit 64, to calculate at least two different correlations of received data with respect to locally stored synchronous codes. The unit 64 decides the correlation giving the strongest correlation peak, and when the unit 64 is normal, the unit 64 generates a frequency–offset compensation to apply it to a reference oscillator 56.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-218739
(P2003-218739A)

(43) 公開日 平成15年7月31日 (2003.7.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
H 0 4 B	1/707	H 0 4 J 13/00	D 5 K 0 2 2
	7/26	H 0 4 B 7/26	N 5 K 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-287422(P2001-287422)
(22) 出願日 平成13年9月20日 (2001.9.20)
(31) 優先権主張番号 0 0 2 3 1 1 6 . 7
(32) 優先日 平成12年9月20日 (2000.9.20)
(33) 優先権主張国 イギリス (G B)

(71) 出願人 000004237
日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号
(72) 発明者 マジド・パルーリアン
イギリス国バークシャー州・アールジー
2・0 ティーディー・レディング・インペ
リアルウェイ・ザ・インベリアム・エヌイ
ーシーテクノロジーズ (イギリス) リミテ
ッド内
(74) 代理人 100099830
弁理士 西村 征生

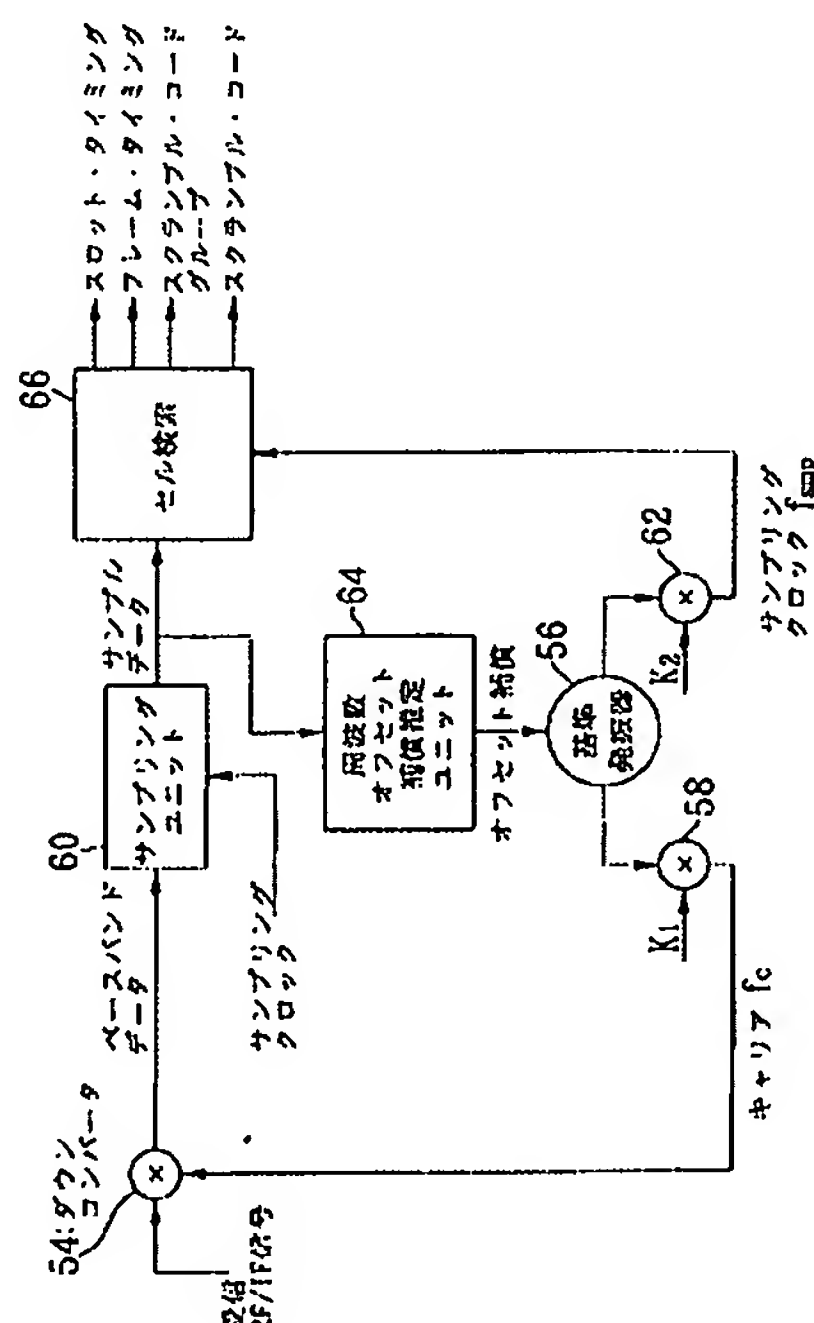
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タイミング捕捉・オフセット補正方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 初期セル検索の期間、周波数オフセットを補正するタイミング捕捉・オフセット補正方法及び装置を提供する。

【解決手段】 サンプリング・ユニット60からのサンプリング・データは、周波数オフセット補償推定ユニット64に供給され、受信データと局部的に格納した同期符号との、少なくとも2つの異なる相関を求める。最強の相関ピークを与える相関を判定するとともに、ユニット64が正常であれば、オフセット補償を生成し、それを基準発振器56に適用する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 直接スペクトル拡散受信機においてスロット・タイミングを捕捉し、かつ、局部発振器の周波数オフセットを補正するタイミング捕捉・オフセット補正方法であって、

受信データと局部的に格納した同期符号とについて、少なくとも 2 つの異なる相関を求めるステップと、

前記相関の結果を比較するステップと、

前記比較に基づいて前記相関のいずれが最強の相関ピークを与えるかを判定するステップと、

前記最強の相関ピークに対応するタイムシグナルを格納するステップと、

前記タイムシグナルから、前記局部発振器に適用するオフセットを推定するステップと、

前記推定したオフセットを前記局部発振器に適用するステップとを備えることを特徴とするタイミング捕捉・オフセット補正方法。

【請求項 2】 前記少なくとも 2 つの異なる相関を求めるステップと、前記結果を比較するステップは、少なくとも 2 つの連続した異なる相関を実行するステップと、相関ピークの比較結果が、第 1 の相関よりも第 2 の相関の方が強いピークを与えることを示す場合、少なくとも 1 つのさらなる相関を実行するステップとを含むことを特徴とする請求項 1 記載のタイミング捕捉・オフセット補正方法。

【請求項 3】 前記相関の 1 つは、前記局部的に格納した同期符号全体と前記受信データとの相関から生成されることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のタイミング捕捉・オフセット補正方法。

【請求項 4】 前記相関ピークの 1 つは、前記局部的に格納した同期符号の部分と前記受信データとの複数の相関の和から得られることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一に記載のタイミング捕捉・オフセット補正方法。

【請求項 5】 前記相関ピークの 1 つは、前記局部的に格納した同期符号全体との反復相関の和及び平均から得られることを特徴とする請求項 4 記載のタイミング捕捉・オフセット補正方法。

【請求項 6】 前記相関ピークの 1 つは、前記局部的に格納した同期符号との全相関及び部分相関の和から得られることを特徴とする請求項 4 記載のタイミング捕捉・オフセット補正方法。

【請求項 7】 直接スペクトル拡散受信機においてスロット・タイミングを捕捉し、かつ、局部発振器の周波数オフセットを補正するタイミング捕捉・オフセット補正装置であって、

受信データと局部的に格納した同期符号とについて、少なくとも 2 つの異なる相関を求める手段と、

前記相関の結果を比較する手段と、

前記比較に基づいて前記相関のいずれが最強の相関ピー

クを与えるかを判定する手段と、

前記最強の相関ピークに対応するタイムシグナルを格納する手段と、

前記タイムシグナルから、前記局部発振器に適用するオフセットを推定する手段と、

前記推定したオフセットを前記局部発振器に適用する手段とを備えることを特徴とするタイミング捕捉・オフセット補正装置。

【請求項 8】 前記少なくとも 2 つの異なる相関を求める手段と、前記結果を比較する手段は、少なくとも 2 つの連続した異なる相関を実行する手段と、相関ピークの比較結果が、第 1 の相関よりも第 2 の相関の方が強いピークを与えることを示す場合、少なくとも 1 つのさらなる相関を実行する手段とを備えることを特徴とする請求項 7 記載のタイミング捕捉・オフセット補正装置。

【請求項 9】 前記相関の 1 つは、前記局部的に格納した同期符号全体と前記受信データとの相関から生成されることを特徴とする請求項 7 又は 8 記載のタイミング捕捉・オフセット補正装置。

【請求項 10】 前記相関を求める手段は、前記局部的に格納した同期符号の部分と前記受信データとの複数の相関の和を求める手段を含むことを特徴とする請求項 7 乃至 9 のいずれか一に記載のタイミング捕捉・オフセット補正装置。

【請求項 11】 前記相関を求める手段は、前記局部的に格納した同期符号全体との反復相関の和及び平均を求める手段を含むことを特徴とする請求項 10 記載のタイミング捕捉・オフセット補正装置。

【請求項 12】 前記相関を求める手段は、前記局部的に格納した同期符号との 2 あるいはそれ以上の相関の和を求める手段を含むことを特徴とする請求項 10 記載のタイミング捕捉・オフセット補正装置。

【請求項 13】 請求項 7 乃至 12 のいずれか一に記載のタイミング捕捉・オフセット補正装置を備えることを特徴とする電話機。

【請求項 14】 請求項 7 乃至 12 のいずれか一に記載のタイミング捕捉・オフセット補正装置を備えることを特徴とする携帯電話機。

【請求項 15】 請求項 1 乃至 6 のいずれか一に記載のタイミング捕捉・オフセット補正方法によりスロット・タイミングを捕捉し、かつ、局部発振器の周波数オフセットを補正することを特徴とする電話機。

【請求項 16】 請求項 1 乃至 6 のいずれか一に記載のタイミング捕捉・オフセット補正方法によりスロット・タイミングを捕捉し、かつ、局部発振器の周波数オフセットを補正することを特徴とする携帯電話機。

【請求項 17】 直接スペクトル拡散受信機においてスロット・タイミングを捕捉し、かつ、局部発振器の周波数オフセットを補正する処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

受信データと局部的に格納した同期符号とについて、少なくとも2つの異なる相関を求める処理と、
前記相関の結果を比較する処理と、
前記比較に基づいて前記相関のいずれが最強の相関ピークを与えるかを判定する処理と、
前記最強の相関ピークに対応するタイムシグナルを格納する処理と、
前記タイムシグナルから、前記局部発振器に適用するオフセットを推定する処理と、
前記推定したオフセットを前記局部発振器に適用する処理とをコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、直接スペクトル拡散通信(DSS)システムにおいてスロット・タイミングを捕捉し、周波数オフセットの補正を行うタイミング捕捉・オフセット補正方法及び装置に係り、特に、現在提案されている世界移動通信システム(UMTS)のような広帯域符号分割多元接続(WCDMA)ネットワークに適用できるスロット・タイミング捕捉、及びオフセット補正を行うタイミング捕捉・オフセット補正方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】セルラ通信システムでは、ネットワーク基地局からの送信タイミングや周波数の精度は、極めて安定した、高精度の基準発振器に依存する。UMTS(Universal Mobile Telecommunication System)のようなシステムや他の移動電話システムには、一定数の、相対的に少ない数のネットワーク基地局があるため、基準発振器及びネットワーク基地局も相対的に高価となり、高精度のものとなる。例えば、標準的な精度は0.05ppmであり、さらに高精度な発振器も使用できる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、一般的に、かかるシステムには、ネットワーク基地局と通信を行う、さらに多くの移動局が存在する。UMTSのようなシステムにおける移動電話機は、競争可能な市場価格で販売することを余儀なくされることで、コストを最小限にする必要がある。従って、通常、移動局の基準発振器には、電圧制御水晶発振器(VCXO)といった低価格の基準発振器が選ばれる。これら低価格の基準発振器の周波数精度は、相対的に低く、例えば、5ppmである。

【0004】移動局の発振器は、より高精度の基準発振器を持つ基地局で使用できるものよりも、その精度が低いため、基地局の送信と、ダウン・コンバージョンに使用する、局部的に生成されたキャリア周波数との間における同期に重大な問題が発生しうる。

【0005】この発明は、上述の事情に鑑みてなされたもので、周波数オフセットを補正して局部発振器にお

る誤差を少なくするタイミング捕捉・オフセット補正方法及び装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1記載の発明は、直接スペクトル拡散受信機においてスロット・タイミングを捕捉し、かつ、局部発振器の周波数オフセットを補正するタイミング捕捉・オフセット補正方法であって、受信データと局部的に格納した同期符号とについて、少なくとも2つの異なる相関を求めるステップと、上記相関の結果を比較するステップと、上記比較に基づいて上記相関のいずれが最強の相関ピークを与えるかを判定するステップと、上記最強の相関ピークに対応するタイムシグナルを格納するステップと、上記タイムシグナルから、上記局部発振器に適用するオフセットを推定するステップと、上記推定したオフセットを上記局部発振器に適用するステップとを備えることを特徴としている。

【0007】請求項2記載の発明は、請求項1記載のタイミング捕捉・オフセット補正方法に係り、上記少なくとも2つの異なる相関を求めるステップと、上記結果を比較するステップは、少なくとも2つの連続した異なる相関を実行するステップと、相関ピークの比較結果が、第1の相関よりも第2の相関の方が強いピークを与えることを示す場合、少なくとも1つのさらなる相関を実行するステップとを含むことを特徴としている。

【0008】請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載のタイミング捕捉・オフセット補正方法に係り、上記相関の1つは、上記局部的に格納した同期符号全体と上記受信データとの相関から生成されることを特徴としている。

【0009】請求項4記載の発明は、請求項1乃至3のいずれかに記載のタイミング捕捉・オフセット補正方法に係り、上記相関ピークの1つは、上記局部的に格納した同期符号の部分と上記受信データとの複数の相関の和から得られることを特徴としている。

【0010】また、請求項7記載の発明は、直接スペクトル拡散受信機においてスロット・タイミングを捕捉し、かつ、局部発振器の周波数オフセットを補正するタイミング捕捉・オフセット補正装置であって、受信データと局部的に格納した同期符号とについて、少なくとも2つの異なる相関を求める手段と、上記相関の結果を比較する手段と、上記比較に基づいて上記相関のいずれが最強の相関ピークを与えるかを判定する手段と、上記最強の相関ピークに対応するタイムシグナルを格納する手段と、上記タイムシグナルから、上記局部発振器に適用するオフセットを推定する手段と、上記推定したオフセットを上記局部発振器に適用する手段とを備えることを特徴としている。

【0011】請求項8記載の発明は、請求項7記載のタイミング捕捉・オフセット補正装置に係り、上記少なく

とも2つの異なる相関を求める手段と、上記結果を比較する手段は、少なくとも2つの連続した異なる相関を実行する手段と、相関ピークの比較結果が、第1の相関よりも第2の相関の方が強いピークを与えることを示す場合、少なくとも1つのさらなる相関を実行する手段とを備えることを特徴としている。

【0012】請求項9記載の発明は、請求項7又は8記載のタイミング捕捉・オフセット補正装置に係り、上記相関の1つは、上記局部的に格納した同期符号全体と上記受信データとの相関から生成されることを特徴としている。

【0013】請求項10記載の発明は、請求項7乃至9のいずれかに記載のタイミング捕捉・オフセット補正装置に係り、上記相関を求める手段は、上記局部的に格納した同期符号の部分と上記受信データとの複数の相関の和を求める手段を含むことを特徴としている。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の一実施の形態について説明する。この発明の実施の形態が提供する、上記課題の解決方法については、UMTSを参照して説明する。しかし、この発明は、UMTSという送信基準に限定されるものではなく、いかなる広帯域符号分割多元接続(WCDMA:Wideband Code Division Multiple Access)システムにも適用できる。

【0015】最初にUMTSについて、その概略を説明する。UMTSでは、移動局と信号を送受信する基地局は、非同期である。基地局からの送信は、それらを受信する移動局によって、局部的に同期がとられている必要がある。これは、移動ユニットに電源が投入される際に、最初のセル検索において実行される。

【0016】UMTSの送信信号は、連続するフレームで構成される。また、受信信号は複数の連続するスロットのデータからなり、そのデータの少なくとも1つが同期データからなる。各フレームは、例えば、15個のスロットを有し、その各々に、使用されるデータ速度で情報が格納されている。各スロットは、複数のシンボルを含んでおり、各シンボルは、2ビットで構成されている。これらの2ビットを使うことで、4位相偏移変調を使用した4つの状態を送信できる。従って、10個のシンボル・スロットは、20ビットで構成される。

【0017】基地局からの送信は、スロットの境界に位置を合わせた同期チャンネル(SCCH:synchronization channel)と、一次共通制御物理チャンネル(PCPCH:primary common control physical channel)を含んでいる。これらのチャンネルには、10個のシンボル・スロットがある。同期チャンネルは、図2に示すように、一次同期符号(PSC:primary synchronization channel)と二次同期符号(SSC:secondary synchronization channel)で構成される。これらは、最初のセル検索で使用される。

【0018】移動局による最初のセル検索は、3つのステップで実行される。これらの内、最初のステップは、基地局の送信にスロット同期して、移動局の受信機において最強の信号を与えることである。図1は、基地局の同報送信部1、送信チャンネル2、移動局の受信部3を概略的に示している。この例では、2つの基地局(BTS1, BTS2)からの送信を示している。

【0019】基地局の送信は、互いに同期しておらず、上述したスロットとシンボルからなるフレームが送信される。スロットとシンボルに対する時間間隔は一定である。図1において、BTS2からの送信に対するスロットの開始が、BTS1からの送信に対するスロットの開始よりも、任意の時間だけ遅れている。

【0020】基地局BTS1, BTS2から受信部3への送信は、チャンネル2の影響を受ける。BTS2からの送信は、3パス(マルチパス)チャンネルを通して受信され、BTS1の送信は、2パス・チャンネルを通して受信されるようになっている。チャンネル2があることで、BTS1及びBTS2から受信部3へ信号が渡され、そこで加算される。受信部に格納された予想される一次同期符号を使用して、移動局の受信部が行う受信信号についての相関は、複数の相関ピークを与える。検出される最大のピークは、受信部が同期しているネットワークの基地局に対応する。

【0021】相関は、1つのスロットに対して行われ、その結果は、バッファに保持される。そして、複数のスロットについての結果が加算される。ノイズや干渉を削減して、何らかの検出があれば、相関がピークになる。

【0022】最初のセル検索の第2のステップで、フレーム同期を確立して、ステップ1で見つけた基地局の符号グループを識別する。最初のセル検索の第3のステップでは、見つけた基地局に割り振られたスクランブル符号を識別する。これら第2、第3のステップの詳細は、本発明に関係しないため、ここでは、詳細に述べないが、当業者には明らかである。

【0023】移動局の受信部におけるダウン・コンバージョンでは、受信信号がダウン・コンバートされる正確な周波数は、送信側における周波数と全く同じではない。これは、局部発振器の不正確さからくるもので、このことは、上述したように、その発振器のコストが、基地局で使用しているものより低価格であることに起因している。周波数オフセットがあれば、相関ピークの高さは、減少する。また、そのオフセットが著しければ、相関ピークはノイズと干渉に埋もれてしまい、スロットの境界に同期できなくなる。

【0024】局部発振器の誤差は、この周波数オフセットの一つの原因であり、この発明の好適な実施の形態は、これを補正することを目的とする。この発明の好適な実施の形態は、直接スペクトル拡散通信の受信機での初期セル検索の期間において、周波数オフセットを補正

する方法及び装置を提供する。これは、受信データと受信機に格納された同期符号との相関をとり、第1の相関結果に従った周波数オフセットの推定、及び補正に続いて、第2の相関結果を生成することで実現される。第2の相関信号が第1の相関信号よりも低下していれば、相関期間を変え、周波数オフセットの補正を停止して、そのプロセスを繰り返す。そうでなければ、最初の周波数オフセットの補正が維持される。

【0025】ここで説明する、この発明の実施の形態は、UMTSネットワーク内で周波数分割多重（FD

$$f_c = k_1 \times f_x$$

$$f_{\text{smp}} = k_2 \times f_x$$

【0027】式(1)、(2)は、水晶発振器で生成された基準周波数の誤差が、キャリア周波数とサンプリング周波数の誤差に転換される様子を示している。ppm (parts per million) で表現すると、同じ誤差が、3つの周波数 f_x 、 f_c 、 f_{smp} 各々に適用される。例えば、所望のキャリア周波数2GHzと、サンプリング・クロック周波数15.36MHzに対して、(f_x に

【0028】広帯域符号分割多元接続（WCDMA）のセル検索に関し、キャリア周波数のオフセットにより、受信複合信号の連続した位相変異が起こる。サンプリング・クロック周波数のオフセットによって、極めて重要なシステム・タイミングの誤検出が生じる。サンプリング・クロック周波数におけるオフセットの影響はどれも、多数のスロットの信号を処理した後にのみ判明する。

【0029】キャリア周波数のオフセットがもたらす位相回転によって、信号パワー対ノイズ+干渉パワーの受信比が減少し、結果として、タイミングの誤検出となる確率が高くなる。よって、キャリア周波数とサンプリング・クロック周波数双方のオフセットにより、UMTSのセル検索プロセスの全3ステップに性能低下が生じる。

【0030】周波数の誤差で生じるセル検索性能の損失は、セル検索プロセスの第1のステップの間において、はっきりと認められる。サンプリング・クロックのオフセットによって、スロット境界の検出に誤りが生じる。※

$$S_r = \beta(t) S_i e^{j(\Delta\omega t + \phi(t) + \sigma(t))} \dots \dots \dots (3)$$

【0036】ここで、 $\Delta\omega$ は、ラジアン毎秒で表されるキャリア周波数のオフセットであり、 $\phi(t)$ は、ドップラー偏移によるランダム位相（ラジアン毎秒）、そして、 $\sigma(t)$ は、ノイズと干渉によるランダム位相である。信号エンベロープのばらつきは、 $\beta(t)$ で表され

セル検索に適用できる。UMTSのセル検索性能は、キャリア周波数とサンプリング周波数のオフセットによって低下する。実際は、キャリア周波数とサンプリング周波数の両方とも、基準発振器（通常は、VCO）の周波数より得られる。キャリア周波数(f_c)とサンプリング・クロック周波数(f_{smp})は、それぞれ式

(1)、(2)で表される。これらの式における項 k_1 、 k_2 は定数であり、 f_x は、移動局の基準発振器より供給される基準周波数である。

【0026】

$$\dots \dots \dots (1)$$

$$\dots \dots \dots (2)$$

※つまり、誤った場所でスロット境界の位置合わせが行われる。スロット境界の位置誤りが1チップ期間よりも大きければ、残りのセル検索ステップで得られる結果にも誤りが発生する。しかし、実際の周波数の誤差に対して、サンプリング・クロックの誤差による1チップのずれは、長い時間間隔で観測される。

【0031】従って、サンプリング・クロックの誤差は、キャリア周波数のオフセットに比べて、さほど重要ではない。キャリア周波数におけるオフセットの影響は直ちに判定できるため、これらの影響を測定し、それらを利用して基準周波数を補正できる。基準周波数の誤差が小さくなれば、キャリア周波数とサンプリング・クロック周波数両方のオフセットもまた小さくなる。

【0032】ここに示す方法は、ダウン・コンバージョンに使用する局部発振器の周波数の誤差によって、ダウン・コンバージョンにおいて受信一次同期符号に与えられた、差動位相オフセットに基づいている。その結果としての位相オフセットの測定を使用して、基準発振器の周波数を補正する。基地局によって送信される複合ベースバンド信号は、以下の式で表現できる。

【0033】

【数1】

$$S_i = A(t) e^{j\theta(t)}$$

【0034】ここで、 $A(t)$ 、 $\theta(t)$ は、それぞれ、その信号の大きさ、及び位相である。また、送信信号は、フーゼーシング・バスを介して受信された場合、以下のように表現できる。

【0035】

【数2】

る。

【0037】UMTSセル検索の第1のステップにおいて、受信信号の同相(I)成分、及び直交(Q)成分は、一次同期符号と相関がとられる。局部一次同期符号が、受信したPCCPCH+SCF-TIMEスロットの最

初のシンボル（すなわち、スロット境界）と位置が合っている場合、送信信号は、以下の式で表される。なお、ここで、Mは定数である。

【0038】

【数3】

$$S_t = Me^{j \cdot \frac{\pi}{4}} \dots \dots \dots (4)$$

※

$$C = \int_0^T [\beta(t) M^2 e^{j \cdot \frac{\pi}{4}} e^{j(\Delta\omega t + \phi(t) + \sigma(t))}] dt \dots \dots \dots (5)$$

【0041】上記の式（5）は、スロット境界における局部一次同期符号と受信信号との相関を表している。局部一次同期符号が既知の信号であるため、キャリア周波数のオフセットは、受信した一次同期符号の位相の変化を測定することで推定できる。ドップラーとノイズ+干渉による信号成分の影響を以下に説明し、簡単のため、これらの影響を式（5）から除くと、式（5）は、次のように変形できる。

【0042】

【数5】

20

【数6】

※

$$|C|^2 \propto \left[T \times \frac{\sin\left(\frac{\Delta\omega \cdot T}{2}\right)}{\frac{\Delta\omega \cdot T}{2}} \right]^2 \dots \dots \dots (7)$$

【0045】図3に描かれたグラフは、式（7）から導出されたもので、相関パワーに対する、1PSC（UMTSのFDDモードにおける256チップ）、及び1/2PSCの相関期間におけるキャリア周波数オフセット（ppm）の値を示している。この曲線からは、全同期符号（1PSC）の相関期間が、0周辺の小さい周波数誤差に対して大きな相関ピークをもたらす、ということが分かる。また、1/2の同期符号（1/2PSC）の相関期間（T）についてのsin(x)/x動作によって、小さいキャリア周波数誤差に対する相関ピーク値が小さくなる。しかし、周波数誤差が増えたときの1/2PSC相関ピーク値の減少は、1PSC相関の場合のそれよりも非常に少ない。

【0046】例えば、T=1PSCの場合の相関ピークは、公称キャリア周波数2GHzに対する周波数誤差が7.5ppm、チップ速度が3.84Mcps、相関期間が256チップに対して、0に減る。これらの条件に対して、T=1/2PSCに対応する相関ピークは、著しく大きな値となる。図3に示すように、周波数オフセットが大きくなって相関パワーが減少すると、ノイズと干渉とから相関ピークを識別することが妨げられる。これらの条件下では、セル検索が有効なものとならない。

【0047】そこで、部分相関を行うことにより、全相

※【0039】対応する受信信号と、受信部に格納された局部一次同期符号との相関は、式（5）で示される。なお、Tは相関期間である。

【0040】

【数4】

$$\ast C = \int_0^T M^2 e^{j \cdot \frac{\pi}{4}} e^{j(\Delta\omega t)} dt \dots \dots \dots (6)$$

【0043】そこで、相関のピークは、上記の積分の累乗を求めると分かる。受信PSCや局部的に生成されたPSCの位置が揃っている場合、M²=1と置けるので、以下の関係式が相関パワーを表している。

【0044】

関が何らパワーを発しなかったポイントで信号パワーが生成されることが分かる。これは、局部発振器の周波数オフセットが大きい場合に有効である。しかし、部分相関がPSCの小さすぎる部分に対して行われると、そのパワーレベルは、全ノイズレベル以下に下がる。さらには、非常に短い相関期間に対して、PSCの自己相関特性の損失が顕著になる。

【0048】送信チャネルのコヒーレント時間よりも十分に短い部分相関期間を使用して、差動位相値を確実に得ることで、差動位相へのドップラーの影響が最小になる。（なお、コヒーレント時間とは、減衰信号サンプル間に高い相関の度合い（類似度）がある期間のことで、ドップラー周波数偏移の逆数を求めることによって近似できる。）移動局が毎時500kmで動いており、3GPP標準の最大速度にあり、公称キャリア周波数が2GHzの場合、ドップラー周波数は、925Hz相当になり、対応するコヒーレント時間は、1ミリ秒相当になる。上述した差動位相値の評価には、67マイクロ秒長相当の1シンボルを使う。これは、コヒーレント時間が最悪の場合でも十分である。このことは、統計的に、ドップラーによる相関位相のばらつきは、小さく見積もれることを意味している。この特性の結果、差動位相値は、ドップラーによってひどく影響されることはない。

【0049】しかし、周波数オフセットの推定方法が、チャンネルの統計的特性に依存するので、複数のスロットに渡る周波数オフセットの推定に対する一連の値を見つけることで、キャリア周波数のオフセットを良好に推定できる。その後、平均をとって、ドップラーに起因する差動位相について起こり得るランダムなばらつきを減らす。

【0050】受信機が動いているとき、それに伴うドップラー偏移は、しばしば、相関ピークの増幅をもたらすことがあり、それによって、大きな周波数オフセットが存在する場合、増幅されたピークを検出する確率が高くなる。しかし、例えば、7.5 ppmといった大

$$C_1 = \int_0^{\frac{T}{N}} M^2 e^{j\frac{\pi}{4}} e^{j(\Delta\omega t)} dt$$

$$C_2 = \int_{\frac{T}{N}}^{\frac{2T}{N}} M^2 e^{j\frac{\pi}{4}} e^{j(\Delta\omega t)} dt$$

$$C_N = \int_{(N-1)\frac{T}{N}}^T M^2 e^{j\frac{\pi}{4}} e^{j(\Delta\omega t)} dt$$

【0053】これら部分相関のパワーの和（すなわち、 $|C_1|^2 + |C_2|^2 + \dots + |C_N|^2$ ）を使用して決定変数を形成し、それによって、スロット境界の位置を決定する。

【0054】図4～図12を参照して、全相関又は部分相関を使用して得た相関ピークを比較する。具体的には、図4は、周波数オフセットがないときの全相関の結果を示し、図5は、周波数オフセットがないときの2つの部分相関の和を示し、図6は、周波数オフセットが5 ppmのときの全相関の結果であり、図7は、周波数オフセットが5 ppmのときの2つの部分相関の和である。また、図8は、周波数オフセットが7.5 ppmのときの全相関の結果であり、図9は、周波数オフセットが7.5 ppmのときの2つの部分相関の和を示している。さらに、図10は、周波数誤差がないときの全相関及び部分相関の和であり、図11は、周波数オフセットが5 ppmのときの全相関及び部分相関の和、そして、図12は、周波数オフセットが7.5 ppmのときの全相関及び部分相関の和を示している。

【0055】図4～図12は、停止している受信機に対してプロットしたものである。キャリア周波数の誤差が大きく、信号対ノイズ+干渉比が小さい場合、受信機が停止しているときのスロット境界の検知確率は低くなる。部分相関の使用により、キャリア周波数の誤差範囲に対して、全相関で得られるよりも大きなピークが与えられることが分かる。一連の部分相関から導き出されるピークの大きさは、周波数オフセットが0のときの全相

*きな周波数オフセット値があっても、上記のような増幅によって性能が改善されるわけではない。また、受信機が停止していて、ドップラーがないときには、セル検索プロセスは、この増幅の恩恵を受けることができない。このような状況では、1/2 PSC相関の特性を使用することが有利に働く。

【0051】大きな周波数オフセットが存在する場合、PSCに渡って全相関を使用するのではなく、例えば、以下の式(8)に示すように、相関を複数の短い部分相関に分ける。

【0052】

【数7】

..... (8)

関で得られるピークほど大きくない。

【0056】PSCのピークの位置は決まっていて、ノイズや干渉から生じるピークは不定であるため、全相関及び部分相関の結果を加算することで、スロット境界において大きなPSCピークが得られる。

【0057】図13は、この発明を具体化する方法及び装置の動作を示すフローチャートである。ダウン・コンバートされた受信データ・ストリームのブロックは、ステップS1において、最初の相関として、局所的に格納されたPSCと相関がとられる。この最初の相関は全相関である。すなわち、スロット内の受信したPSC+PCCPCHデータと、局所的に格納されたPSC全体との相関がとられる。ここでの相関信号は、複数のスロットに渡る連続した相関の平均として得られる。ステップS2で、最大の相関ピークのパワーを見つけ、基準(R_{ref})として格納する。そして、このピークの対応位置は、ステップS3において、スロット境界の最初の推定として格納される。

【0058】その後、ステップS4では、部分相関を使って、受信したデータ・ブロックと局所PSCとの相関をとる。その結果としての最大ピークを、ステップS5において見つけ、ステップS6で、そのパワーを基準R_{ref}と比較する。このパワーがR_{ref}よりも大きければ、ステップS7で、R_{ref}をそのパワーで置き換える。そして、ステップS8において、スロット境界を新たなピーク位置で置換する。続いて、ステップS9が駆動される。なお、新たなピークがR_{ref}よりも大きくな

ければ、直接、ステップS 9に入る。

【0059】ステップS 9では、全相関及び部分相関の結果が加算される。その結果の最大ピークがステップS 10で見つけられ、ステップS 11において、新たなピークのパワーとR e f とが比較される。この新たなピークがR e f よりも大きければ、ステップS 12で、R e f が新たなピークのパワーで上書きされる。そして、ステップS 13において、スロット位置が新たなピーク位置で置き換えられる。その後、ステップS 14で、スロット境界情報を使用する。なお、新たなピークがR e f よりも小さければ、直接、ステップS 14が駆動される。

【0060】ステップS 14において、本願出願と同時に係出願であるGB 0003859、6に説明した周波数オフセットの推定技術に従い、あるいは、当業者には明かな他の公知技術を使用して、キャリア周波数のオフセットを推定する。ステップS 15では、周波数オフセットの推定を使用して、入力データ・ブロックを回転する。このオフセット推定の妥当性は、回転結果と局部P S Cとの相関をとることで考査できる（ステップS 16）。結果として得られたピークが、R e f よりも大きいことが判明した場合、ステップS 20において、セル検索プロセスの第2のステップに入る。そうでなければ、ステップS 20に移行する前に、ステップS 19において、オフセット推定による回転を解除する。

【0061】図14は、補償推定に対する代替的なブロック・ダイアグラム（フローチャート）を示している。同図において、ブロック22で、捕捉データ20を使用して、全相関によるスロット・タイミングを決定する。これは、図13に示すように、最大相関ピークを格納し、その位置をスロット境界の最初の推定とみなして行う。基準は、ブロック24において格納される。そして、ブロック26で、推定したスロット境界の位置より、キャリア・オフセット推定を行い、ブロック28において、それを捕捉データ・ブロックに適用する。ブロック30では、最大相関ピークの大きさに改善があったかどうかをチェックする。改善があれば（図14の「成功」）、ブロック32において、基準発振器にその補償を適用する。ブロック28における補償の適用によって、相関のピークが低くなったならば（図14の失敗）、ブロック34において、捕捉データから補償を除去し、ブロック36で、部分相関を使ってスロット・タイミングを決定する。

【0062】ブロック38では、キャリア・オフセットを推定し、ブロック40で、捕捉したデータ・ブロックに補償を適用し、ブロック42において、以前のように改善をチェックする。改善があれば、ブロック32において、基準発振器に対して補償を適用する。しかし、何ら改善がなければ、捕捉データから補償を除去し（ブロック44）、ブロック46において、ブロック22から

の全相関、及びブロック36からの部分相関を使用して、2つの相関の和によってスロット・タイミングを決定する。

【0063】ブロック48で、再び、キャリア・オフセットを推定し、ブロック50において、捕捉データ・ブロックに補償を適用して、ブロック52で、改善をチェックする。改善があれば、ブロック32において、再び、基準発振器に補償を適用する。しかし、改善がなければ、補償を適用しない。

10 【0064】図15は、上記の全要素がどのように移動受信機に組み込まれているかを概略的に示している。同図において、ダウン・コンバータ54によって、受信R F / I F 信号がベースバンド信号に変換される。ダウン・コンバータのキャリア周波数は、基準発振器56から与えられるが、その発振器の出力は、乗算器58において定数K₁で乗じた信号である。

20 【0065】ダウン・コンバータ54の出力は、ベースバンド・データである。サンプリング・ユニット60にはサンプリング・クロックが印加され、このユニットは、ベースバンド・データを受信する。このサンプリング・クロック f_{sm p}は、乗算器62において、基準発振器56の出力に定数K₂で乗じて生成される。

30 【0066】サンプリング・ユニット60からのサンプリング・データは、周波数オフセット補償推定ユニット64に供給され、このユニットは、図13あるいは図14に示す処理に従って動作する。ユニットが正常であれば、オフセット補償を生成し、それが基準発振器56に印加される。サンプル・データはまた、セル検索ユニット66にも供給される。この検索ユニットは、スロット・タイミング以外のセル検索プロセスの残りのステップを実行する。つまり、フレーム・タイミング、データのスクランブル・コード・グループ、そして、スクランブル・コードの使用である。なお、これら後者のステップは、この発明を構成するものではない。

【0067】周波数オフセット補償は、セル検索とは無関係に使用される。その場合、モジュール66が、セル検索プロセスの全3ステップを実行する。

40 【0068】なお、上述した実施の形態に係る移動電話機（移動局）は、所定の制御プログラムに従って、その移動電話機の構成各部を制御する不図示のプロセッサ（CPU）と、そのCPUが実行する制御プログラムが格納されたROM（不図示）と、CPUの作業領域（ワークエリア）として各種データを格納するためのRAM（不図示）等を備えている。

50 【0069】以上、この発明の実施の形態を図面により詳述してきたが、具体的な構成は、この実施の形態に限られるものではなく、この発明の趣旨を逸脱しない範囲における種々の設計変更等も、この発明に含まれる。例えば、上述した移動局や移動受信機には、電話機や携帯電話機が含まれる。

【0070】

【発明の効果】以上説明したように、この発明の構成によれば、受信データと局部的に格納した同期符号との、少なくとも2つの異なる相関を求め、その相関の比較結果に基づいて、いずれの相関が最強の相関ピークを与えるかを判定し、その最強の相関ピークに対応するタイムシグナルを格納して、そのタイムシグナルからオフセットを推定し、それを局部発振器に適用することで、周波数オフセットが補正され、局部発振器の誤差を少なくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態に係る基地局から受信機への送信構成を示す図である。

【図2】実施の形態に係る基地局から送信される同期チャネルの構成を示す図である。

【図3】実施の形態に係る相関パワーに対する全相関及び部分相関の周波数オフセットを示す図である。

【図4】実施の形態に係る周波数オフセットがないときの全相関の結果を示す図である。

【図5】実施の形態に係る周波数オフセットがないときの2つの部分相関の和を示す図である。

【図6】実施の形態に係る周波数オフセットが5 ppmのときの全相関の結果を示す図である。

【図7】実施の形態に係る周波数オフセットが5 ppmのときの2つの部分相関の和を示す図である。

【図8】実施の形態に係る周波数オフセットが7.5 ppmのときの全相関の結果を示す図である。

【図9】実施の形態に係る周波数オフセットが7.5 ppmのときの2つの部分相関の和を示す図である。

【図10】実施の形態に係る周波数誤差がないときの全相関及び部分相関の和を示す図である。

【図11】実施の形態に係る周波数オフセットが5 ppmのときの全相関及び部分相関の和を示す図である。

【図12】実施の形態に係る周波数オフセットが7.5 ppmのときの全相関及び部分相関の和を示す図である。

10 【図13】実施の形態に係る周波数オフセットの補正手順を示すフローチャートである。

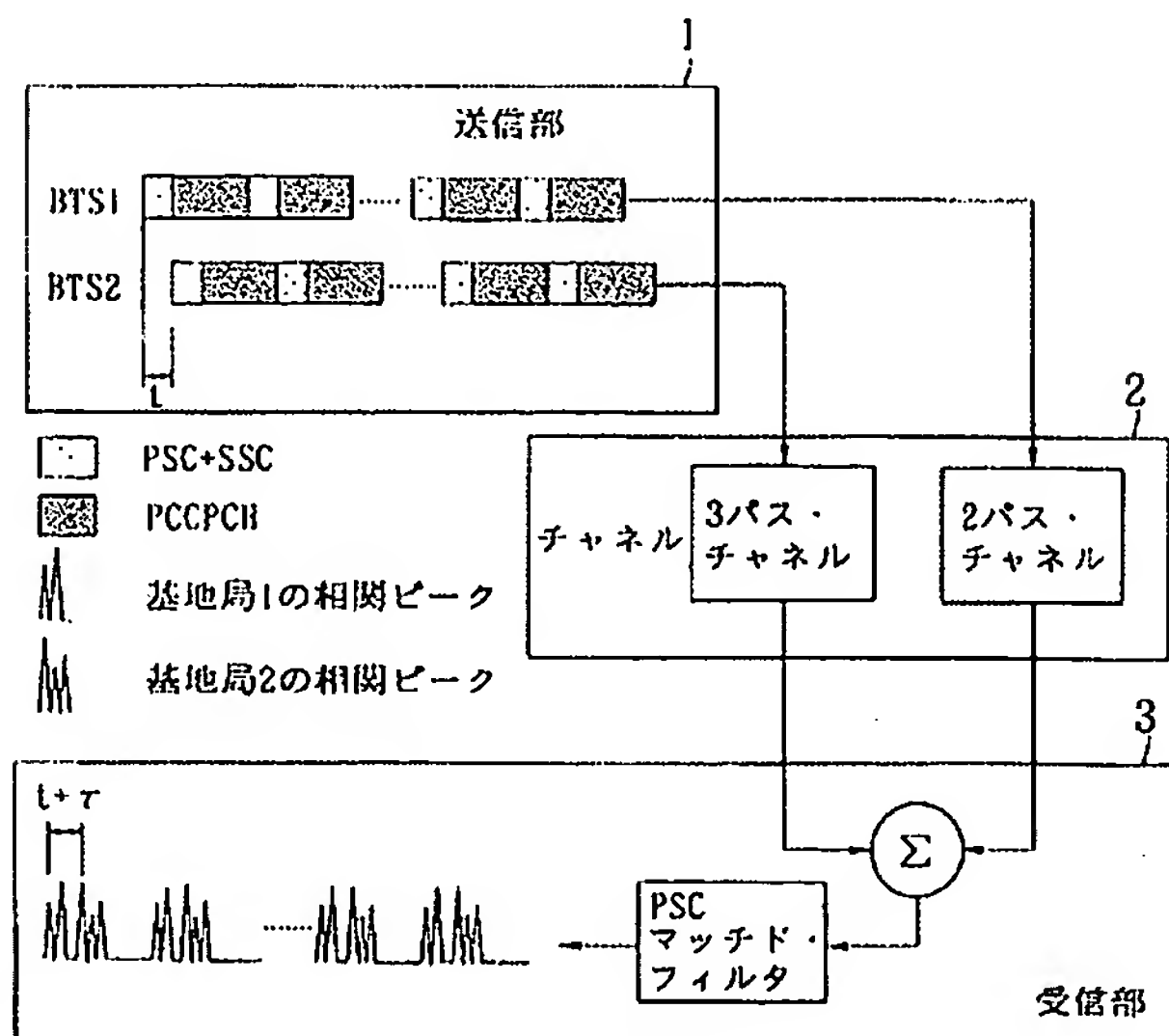
【図14】図13の手順に対する代替的な手順を示すフローチャートである。

【図15】この発明を適用した移動受信機の構成を示すブロック図である。

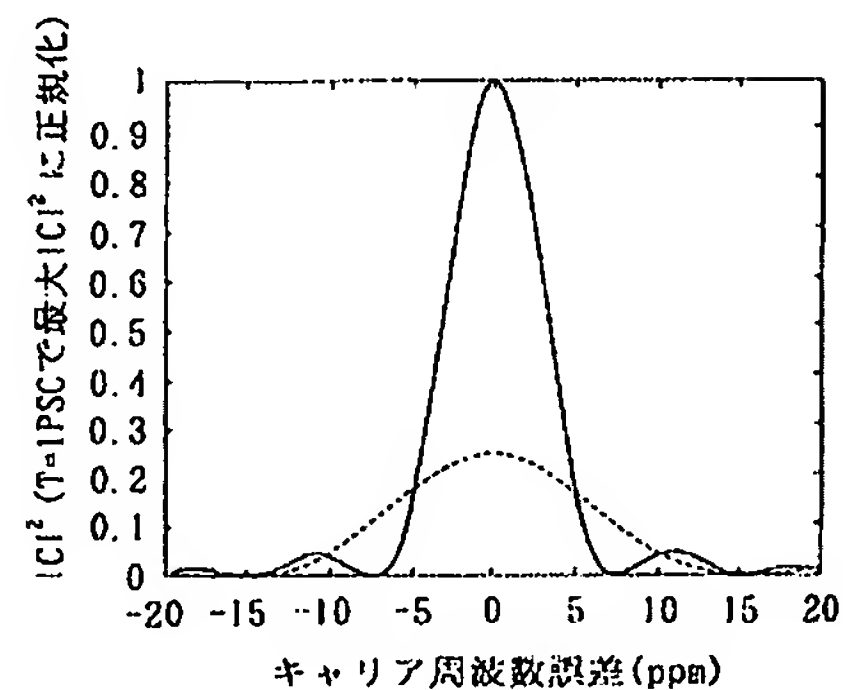
【符号の説明】

- 1 送信部
- 2 チャネル
- 3 受信部
- 5 4 ダウン・コンバータ
- 5 6 基準発振器
- 5 8, 6 2 乗算器
- 6 0 サンプリング・ユニット
- 6 4 周波数オフセット補償推定ユニット（オフセットを推定する手段）
- 6 6 セル検索ユニット

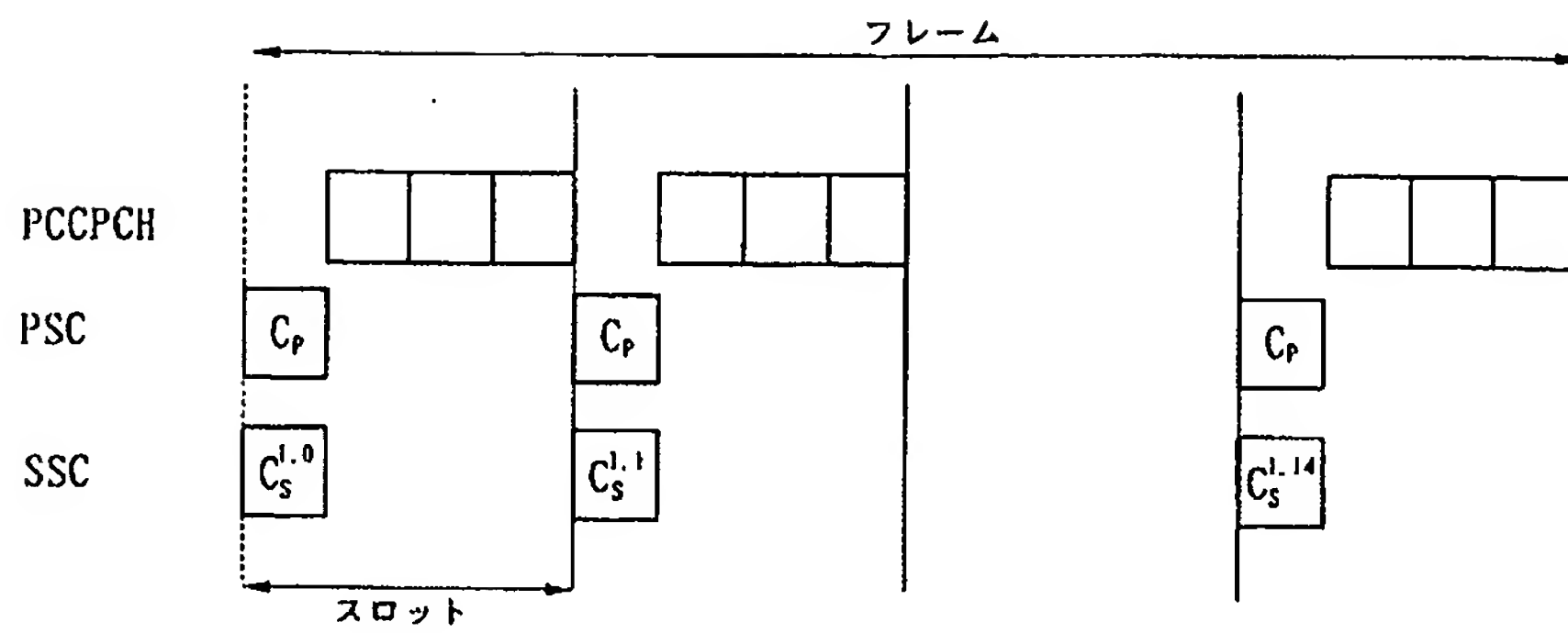
【図1】



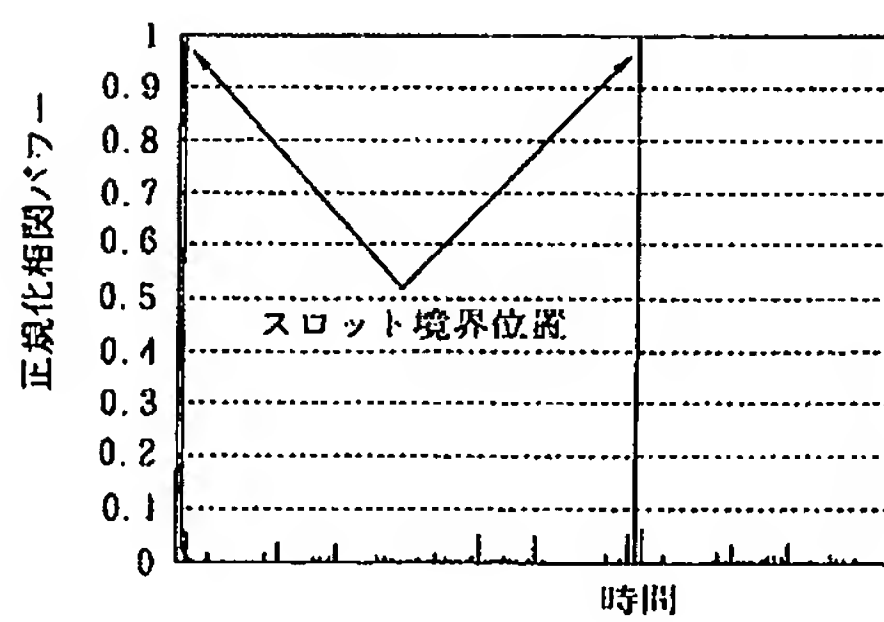
【図3】



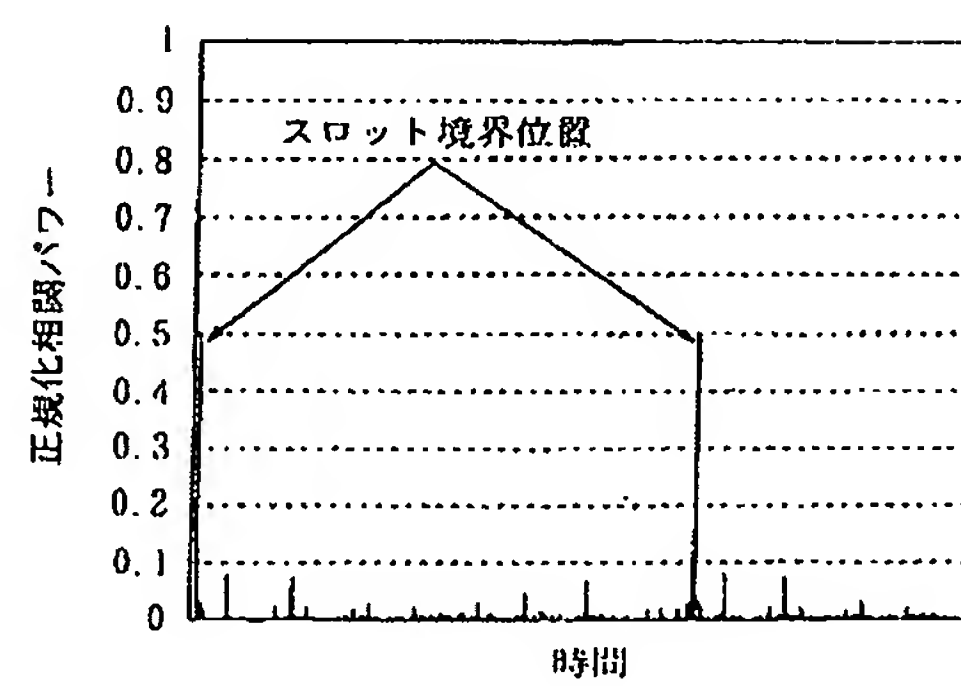
【図2】



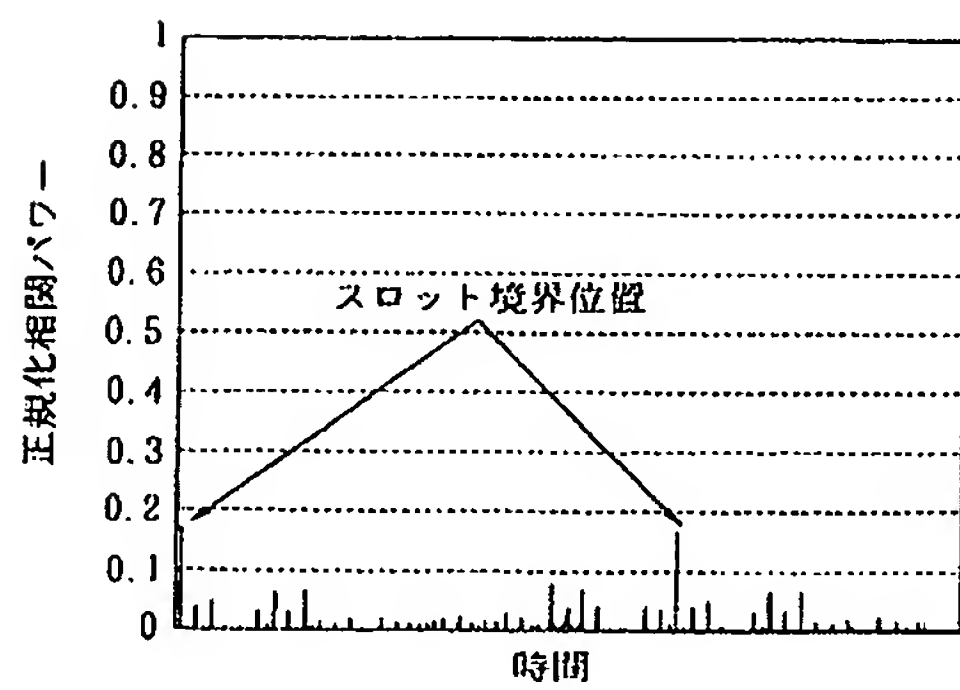
【図4】



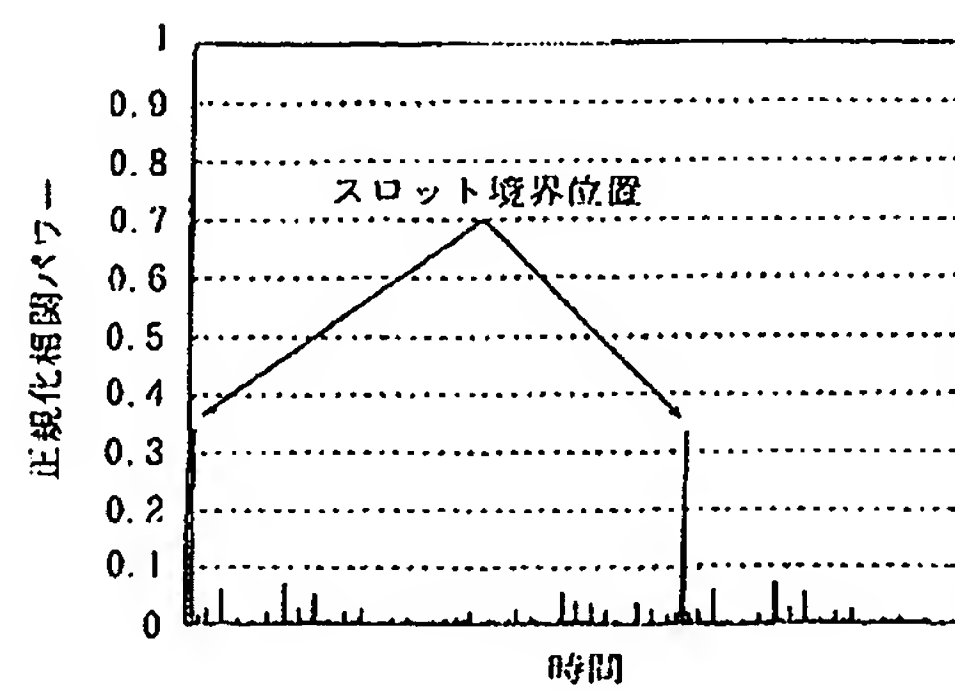
【図5】



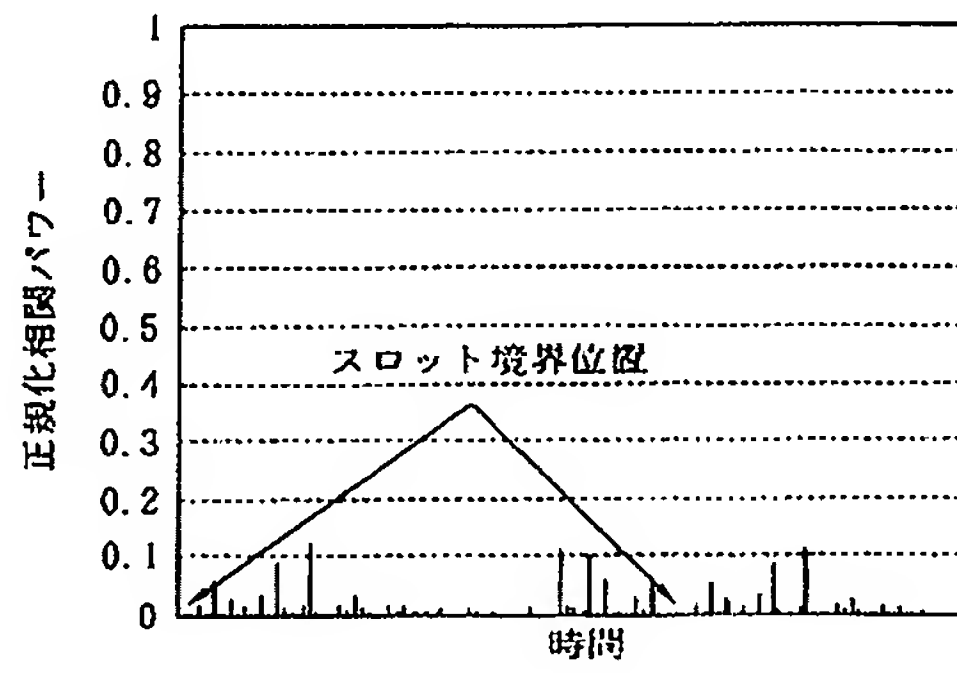
【図6】



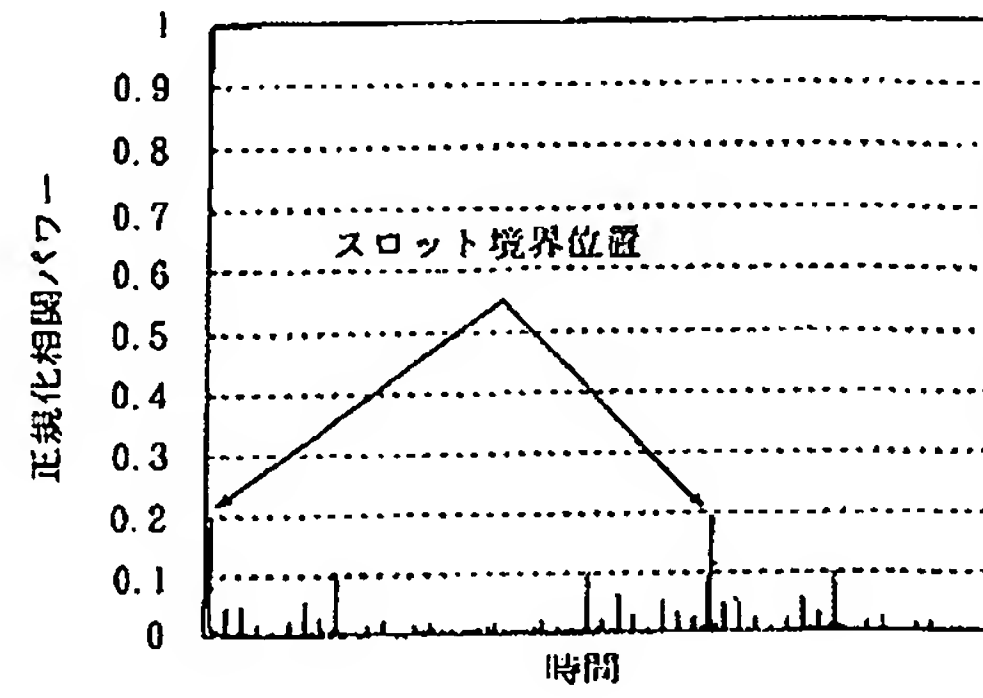
【図7】



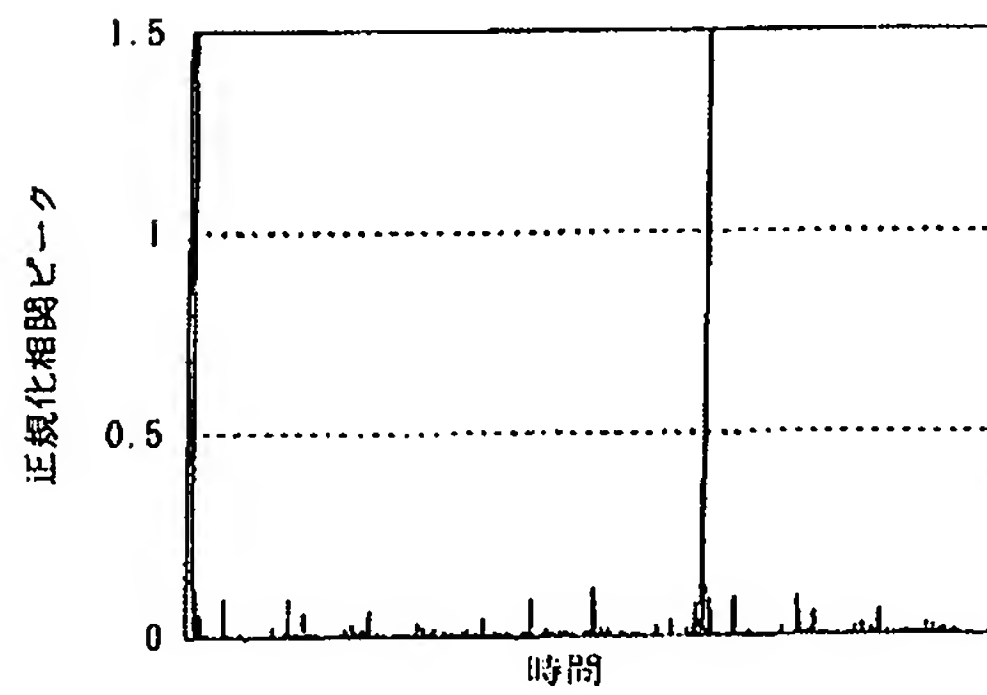
【図8】



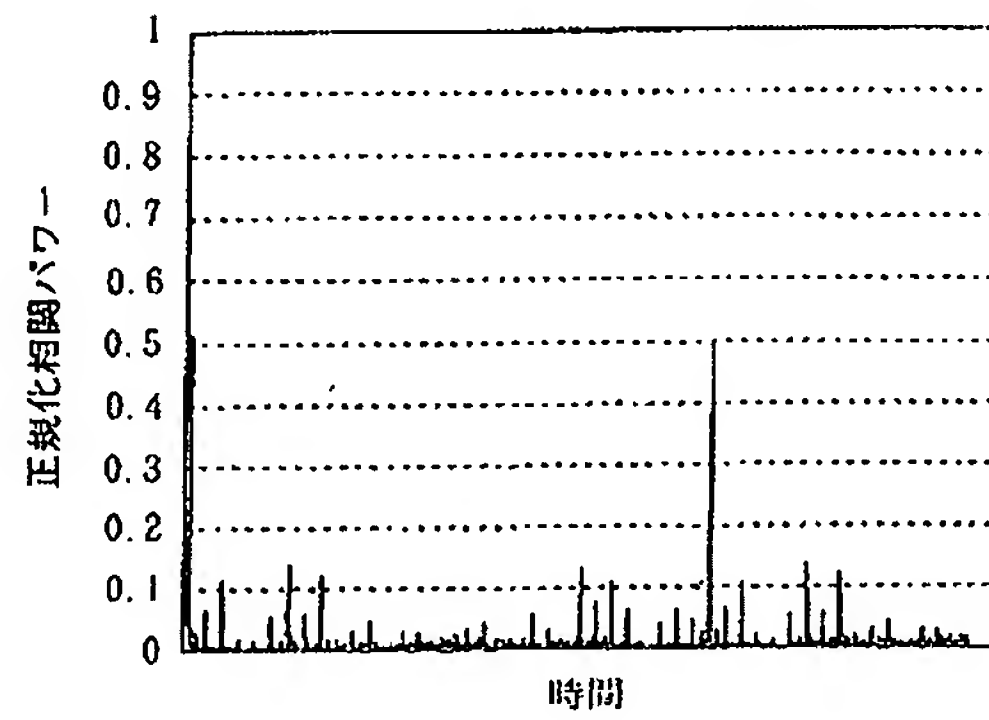
【図9】



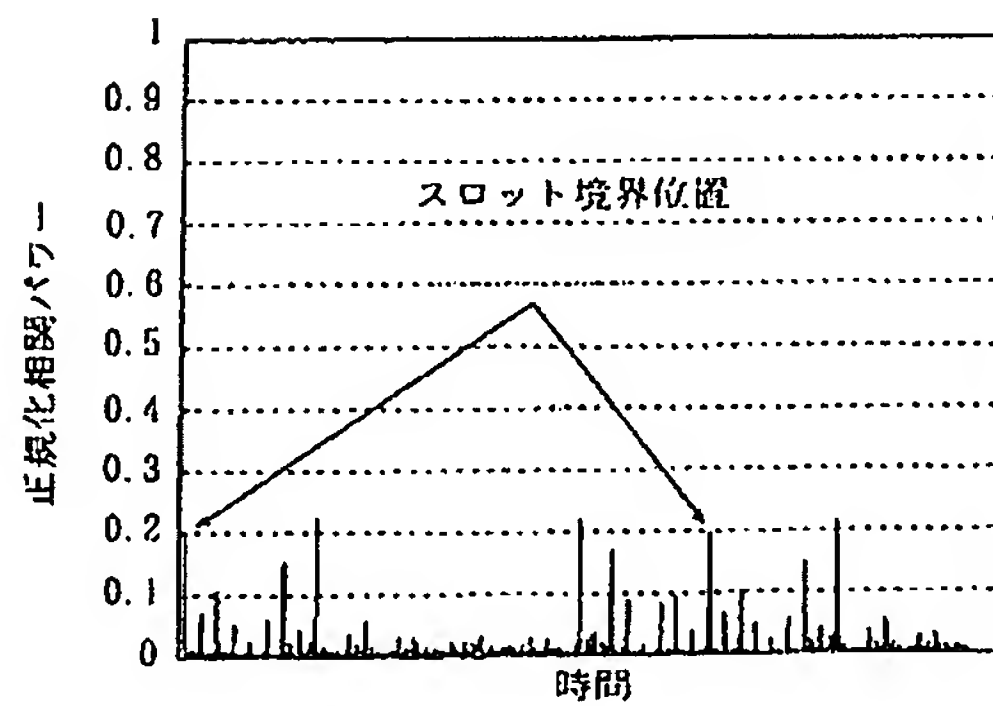
【図10】



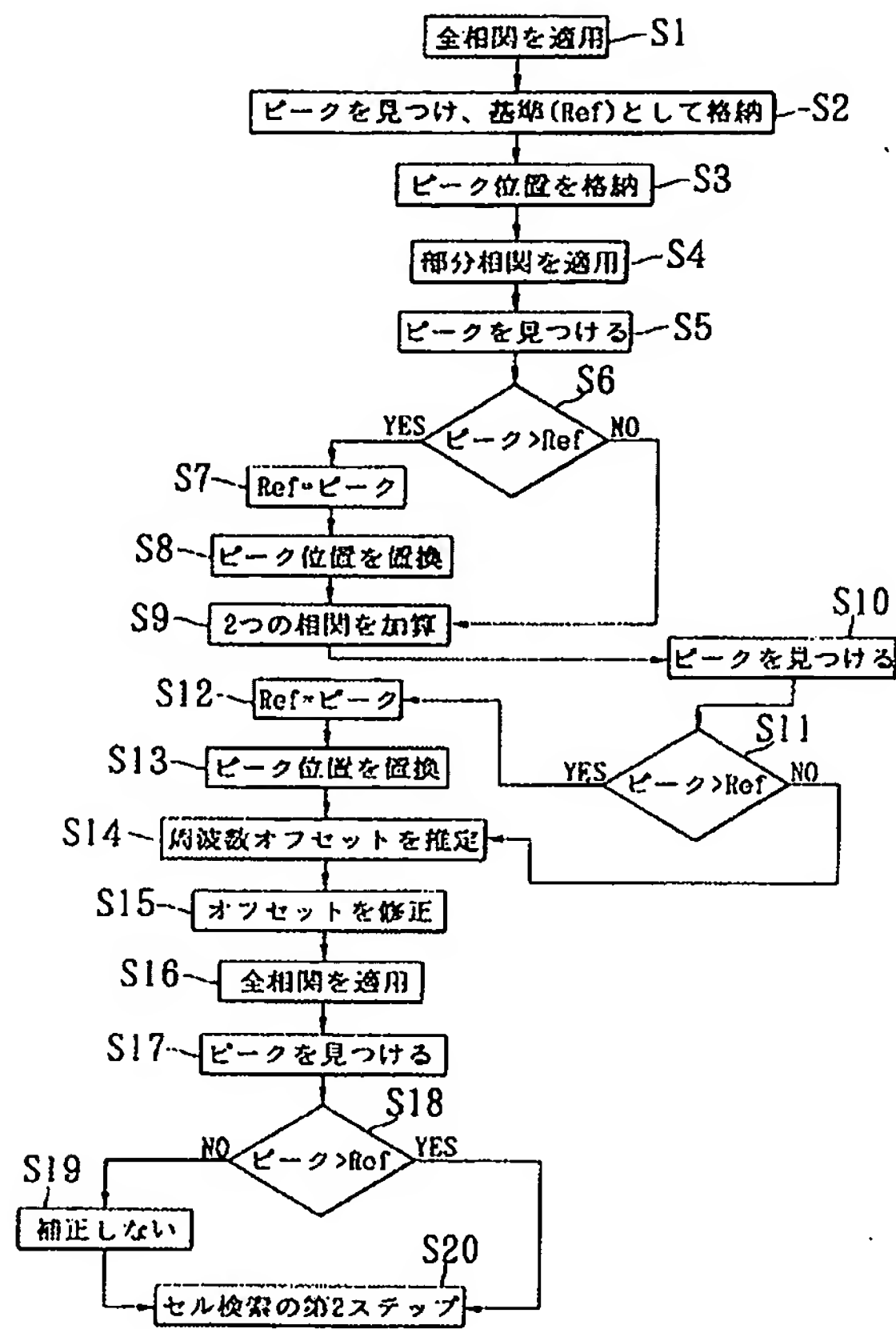
【図11】



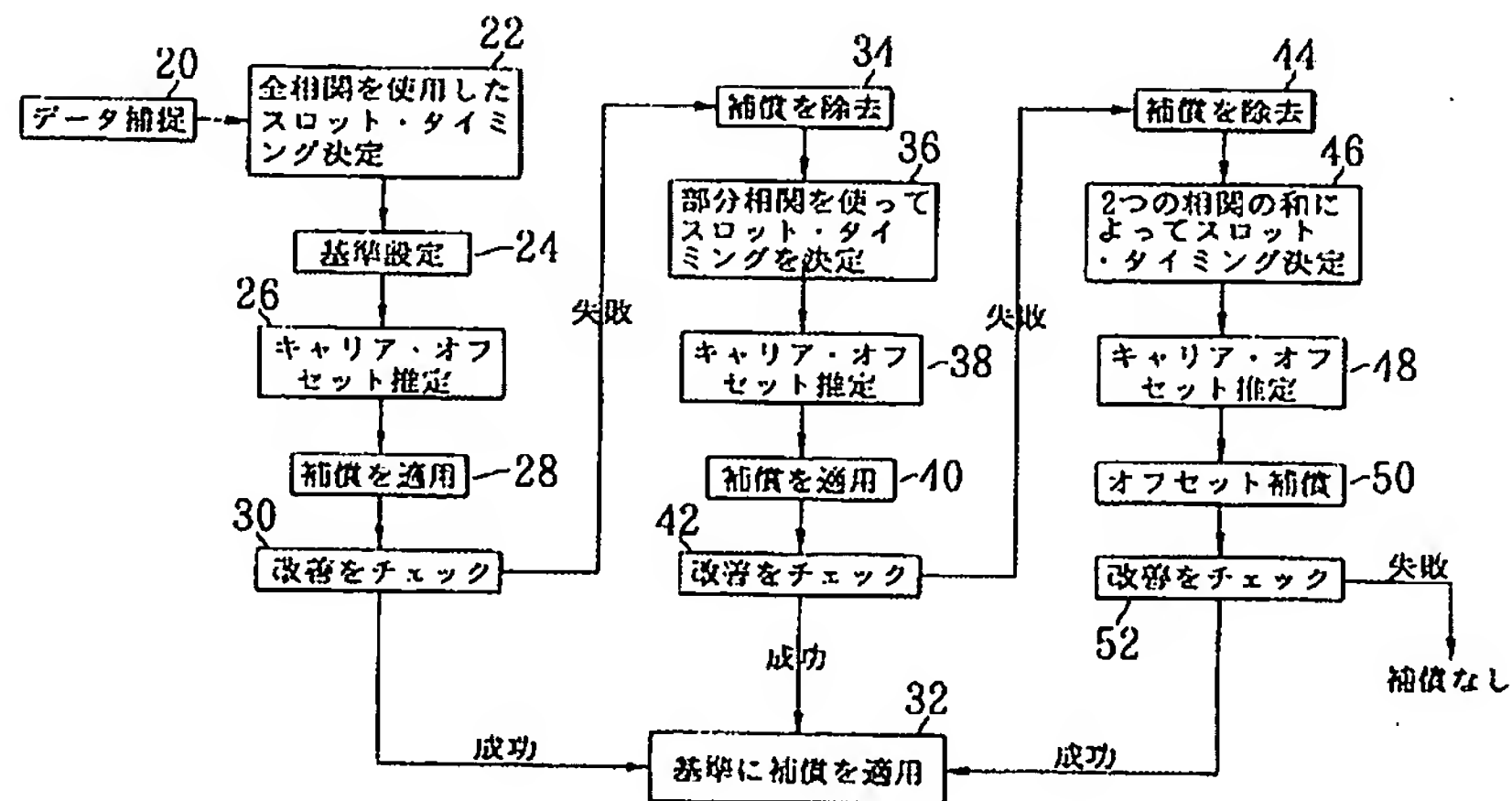
【図12】



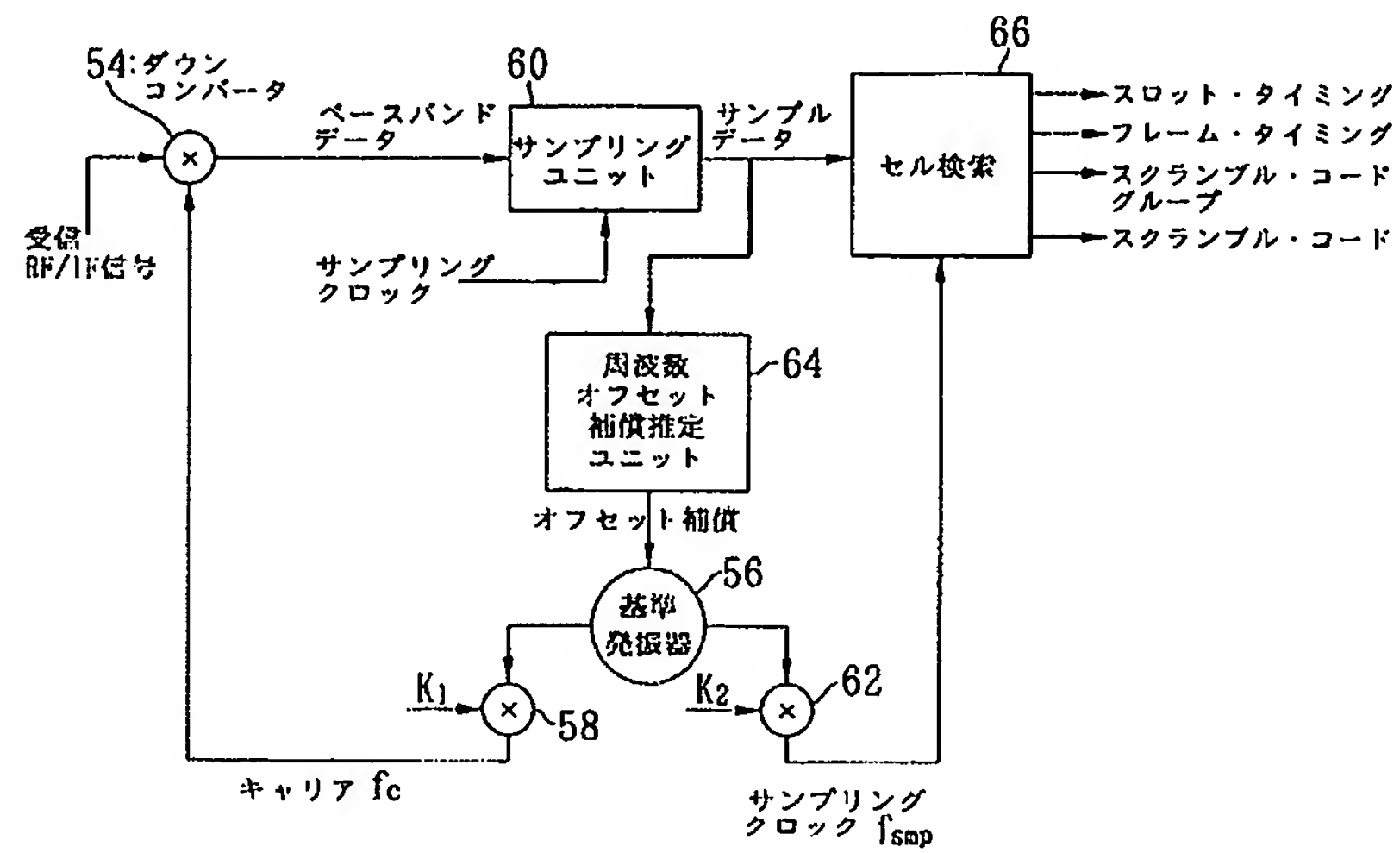
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

Ｆターム(参考) 5K022 EE01 EE33 EE36
 5K067 AA33 BB03 BB04 CC02 CC10
 DD25 EE02 EE10 HH22 HH23